

Pedro León L.  
 Biólogo, Ph.D.  
 pleon@inia.cl

INIA Intihuasi  
 Centro de Estudios Avanzados en Zonas  
 Áridas (CEAZA)

FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

# Genes para la agricultura



Foto gentileza Redagwcola

20

Existen evidencias empíricas y predicciones a partir de modelos climáticos, que indican un cambio en el clima, gatillado principalmente por la acción humana (factores antropogénicos). Durante el siglo XX la temperatura de la superficie de la Tierra aumentó en promedio 0,6°C. Se prevé que al 2100 la temperatura global podría ser entre 1,4°C y 5,8°C mayor que la registrada hoy. Los gases de efecto invernadero (como el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>) incrementan su presencia en la atmósfera y estarían atrapando mayor radiación. Por consiguiente, aumenta la temperatura planetaria. El cambio climático, además, implicaría alteraciones en la intensidad y patrones de distribución de las lluvias (<http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>). De hecho en los últimos 100 años las precipitaciones promedio en La Serena (Región de Coquimbo) han disminuido dramáticamente, desde los 170 mm a principios del siglo XX, hasta valores por debajo de los 80 mm en la actualidad. En el ámbito mundial, el norte de Chile es una de las zonas que han experimentado mayor reducción en precipitaciones (un 50%) en los últimos años (<http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>).

Siendo que la productividad agrícola

*En el valle de Copiapó, se ha registrado valores de boro entre 1 y 2 partes por millón en agua de riego.*

está determinada por las condiciones meteorológicas (agua y temperatura) y de suelo, es obvio suponer que un cambio significativo en el clima a escala mundial podría impactar la agricultura local y por ende afectar la seguridad alimentaria futura, particularmente en los países en desarrollo y de zonas áridas.

Se pronostica un marcado incremento en el potencial productivo de algunos cultivos en zonas como las tropicales y templadas, producto del incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico. En cambio en las zonas áridas y semiáridas, como en el norte chico de Chile, donde el agua es un factor limitante, el efecto probable en la productividad sería más bien negativo (<http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg2s.pdf>). En un escenario climático futuro con un incremento en esta zona de 3°C de la temperatura atmosférica y un 25% de reducción de las precipitaciones, la productividad en trigo y uva se vería disminuida, en cambio en maíz y papas aumentaría (Downing 1992). Esto por una respuesta fisiológica diferencial al efecto combinado de la mayor temperatura y CO<sub>2</sub>, y menor disponibilidad hídrica. El aumento pronosticado de temperatura reduciría los rendi-

mientos de los cultivos al acortar el ciclo de cultivo. La productividad agrícola se vería afectada, además, por la aparición de nuevas plagas y enfermedades.

## Cambio climático, agricultura y recursos genéticos

En un escenario de cambio climático, los recursos genéticos vegetales, junto a otras acciones, juegan un rol relevante en mitigar o revertir el impacto sobre la productividad agrícola, básicamente porque se requerirá desarrollar nuevas variedades de cultivos adaptadas a dichas condiciones, o sea que soporten el estrés por sequías, altas temperaturas y agentes dañinos. El déficit híbrido será una de las principales limitaciones de la productividad agrícola, especialmente en zonas áridas. En las zonas de desierto, como en el de Chile, existen plantas nativas adaptadas a condiciones extremas de falta de agua e incluso a altas temperaturas, cuyos genes podrían ser prospectados y utilizados, vía biotecnología, para generar cultivos más resistentes a sequías. Por ejemplo, en especies silvestres del norte de Chile, relacionadas al tomate cultivado, como son *Lycopersicon chilense*, *Solanum sitiens* y *S. lycopersicoides*, se ha descrito tolerancia a extrema sequedad y bajas temperaturas (frío y congelamiento), y resistencia a un número importantes de enfermedades que afectan al tomate cultivado (Chetelat y colaboradores 1997).

Así como estos tomates silvestres, existen otras especies aún no prospectadas. Los científicos deberán buscar en las colecciones de los bancos de semillas y en las plantas silvestres, los genes que confieran resistencia/tolerancia o adaptabilidad a los nuevos escenarios biofísicos que nos esperan.



*Desertificación en la IV región.*

# ura en zonas áridas

## EFECTO INVERNADERO Y CAMBIO CLIMÁTICO

Es un fenómeno que siempre ha estado presente en la tierra. Ocurre por la presencia de gases atmosféricos o gases con efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ , metano, óxido nitroso y vapor de agua) en cantidades (proporciones) estables, que permiten la retención de radiación necesaria para mantener los niveles de temperatura atmosférica que preservan la vida en la tierra.

Desde comienzos del siglo XX estos gases invernaderos se han incrementado gradualmente, generando aumento de la temperatura en la atmósfera y alterando el clima global. El  $\text{CO}_2$  ha pasado de 315 ppm a 350 ppm desde 1958 a la fecha, y el metano se ha más que doblado

en el mismo período.

Entre los efectos observados del cambio climático está la contracción de los glaciares, el deshielo de permafrost, el deshielo anticipado de las superficies de ríos y lagos, la elevación del nivel del mar, el alargamiento de las estaciones de crecimiento de plantas a latitudes medias a altas, los desplazamientos de las zonas de plantas y animales hacia el polo y a mayores altitudes, las disminuciones de algunas poblaciones de plantas y animales, el florecimiento temprano de árboles, y el debilitamiento de la capa de ozono por la acción de los compuestos fluorocarbonados.

## Recursos genéticos y problemas actuales

En varias áreas productivas del planeta, el estrés salino es una importante amenaza para la agricultura. En sistemas de cultivos, la salinización de los suelos se produce principalmente a través del agua de riego y puede alcanzar niveles que generan efectos adversos en el crecimiento y productividad. Se estima que entre un 10 y un 35% de las áreas de agricultura mundial se encuentran afectadas por el problema. Esto podría verse agravado con el cambio climático. Una mayor temperatura aceleraría la tasa de evaporación, con el consiguiente incremento en la acumulación de sales en los suelos.

La salinización de suelos agrícolas se puede evitar en parte con adecuadas prácticas de manejo e irrigación. Otra vía que ayuda a minimizar el problema es el uso de variedades resistentes a dicho estrés. Cabe consignar que algunas áreas de cultivo, como el norte de Chile, están naturalmente salinizadas. De manera similar a lo planteado para estrés hídrico, hay plantas creciendo en bordes de salares en el altiplano (por ejemplo, *Atriplex* spp.)

y en suelos salobres cerca de la línea de la marea en la costa (plantas halófitas). Se trata de vegetales adaptadas a esa condición, cuya respuesta fisiológica está codificada genéticamente.

Otros de los grandes problemas para la agricultura, en especial en el norte de Chile es la alta concentración de boro en suelos. En el valle de Copiapó, por ejemplo, se ha registrado valores entre 1 y 2 ppm

*Frutos de Solanum sitiens, planta chilena resistente a extrema sequía que está distribuida en el desierto del norte de Chile.*




Foto: Dr. Charles M. Rick.

en agua de riego (Carlos Sierra, comunicación personal). El boro es un micronutriente involucrado en importantes procesos, como la síntesis de carbohidratos y la elongación del tubo polínico en plantas (ver página 50). La deficiencia del micronutriente en cuestión genera problemas de crecimiento vegetativo y cuaja de frutos. Sin embargo, las concentraciones elevadas (sobre 1 ppm) provocan toxicidad, debido a que el elemento es fácilmente absorbido por las plantas y es poco móvil dentro de ella. Ensayos realizados por investigadores de INIA La Platina identificaron variedades antiguas de *Vitis vinifera*, colectadas en la 1ª Región, que mostraron ser tolerantes a altas concentraciones de boro (3 ppm), tóxicas para otras plantas (Sadzawka y colaboradores 1997). Lo anterior indica el potencial de genotipos de vides, y probablemente otras especies cultivadas y nativas, que crecen en suelos con alta concentración de boro en el norte de nuestro país.

La contaminación de suelos por metales pesados es uno de los grandes desafíos ambientales de la agricultura moderna, particularmente en países mineros como el nuestro. Aunque no existen estudios que cuantifiquen el problema, la

dispersión de arenas de relaves a suelos agrícolas, producto de aluviones y viento, podría dar cuenta de las concentraciones anormalmente elevadas de cobre y otros elementos detectadas en sectores de la zona central de Chile (González 1994, Ginocchio 2002), así como de los efectos de baja productividad agrícola observados en cultivos anuales y bianuales de la zona. El impacto negativo se podría mitigar a través de biorremediación, prospectando y seleccionando plantas nativas capaces de extraer el mineral de los suelos contaminados.

Desarrollar en el futuro una agricultura en zonas áridas significa no sólo aplicar tecnología de riego para una condición de aridez permanente, sino también cultivar nuevas especies, nativas o introducidas, que estén fisiológicamente mejor adaptadas a altas restricciones hídricas. El trabajo podría ir orientado a disponer de nuevas alternativas productivas basadas en recursos fitogenéticos de zonas áridas, adaptadas a los escenarios climáticos futuros. También, a la prospección, localización, aislamiento y caracterización de genes de resistencia a factores de estrés predominantes en esas áreas —genes de resistencia a estrés hídrico, salino, térmico, a altas concentraciones de metales, etc.— y genes de resistencia a plagas y enfermedades en cultivos importantes en el norte de Chile y en el resto del país. Identificar y usar los genes involucrados en la tolerancia/resistencia a estos factores bióticos y abióticos, sin duda ayudará. 

22



Foto: Dr. Roger Chetelat

Flores de *Solanum sitiens*, planta chilena resistente a extrema sequía que está distribuida en el desierto del norte de Chile

## Transferencia



### INIA-INDAP 9ª REGIÓN GTT SE CAPACITA

Convocados por INIA Carillanca, 9ª Región, agricultores del GTT Quitrahue, se reunió para debatir sobre la agricultura regional. Expertos de Carillanca analizaron el uso de avena entera en alimentación de bovinos y el manejo del trigo Kumpa-INIA.



### PEQUEÑOS AGRICULTORES DÍA DE CAMPO EN PURRANQUE

Pequeños agricultores asistieron al Centro Experimental La Pampa, de INIA Remehue, en Purranque, 10ª Región, para conocer mayores antecedentes sobre la producción de la papa y cereales y el proceso agroexportador.



### GTT SURLAT VISITA CARILLANCA

Los agricultores se informaron sobre el proceso de producción de leche, nuevas especies y variedades de praderas. Visitaron, además el Laboratorio de Calidad de Leche y el Centro Demostrativo de Flores del Centro, situado en la 9ª Región.



### ENCUENTRO DE PRODUCTORES Y EMPRESAS DE GRANO

En el marco del reciente convenio entre INIA Carillanca, Compañía Minera El Globo y The Quaker Oast de Estados Unidos, se analizó el comportamiento de líneas avanzadas de avena, candidatas a constituirse en futuras variedades.



### DÍA ABIERTO EN LA PLATINA

El encuentro sirvió para informar a la comunidad agrícola de la Región Metropolitana acerca de los resultados de las investigaciones realizadas en variedades y manejo de tomates, cebolla, cultivos y frutales.



### CHARLA SOBRE PAPA

Una exposición sobre calidad, competitividad y sanidad en el rubro, dictó en INIA Remehue, 10ª Región, el investigador Bernabé Tapia, de ODEPA. Según el profesional, la rentabilidad pasa por obtener mejores rendimientos para reducir los costos.



### CHARLA SOBRE PULVERIZACIÓN DE VIÑEDOS

Forma parte de las actividades mensuales realizadas por el GTT Viñas de Viña Alegre, a cargo del Centro Regional Raihuén, 7ª Región.